

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Infratekniikka

2010

Mikko Jalonen

# VUOTOVESITUTKIMUS LIEDON KUNNASSA



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mikko Jalonen

## VUOTOVESITUTKIMUS LIEDON KUNNASSA

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin Liedon kunnan vuotovesiä. Tavoitteena oli selvittää mistä vuotovedet johtuvat, mitä vahinkoja vuotovedet aiheuttavat ja miten vuotoja voidaan saneerata. Työn tilaaja oli Liedon Vesi.

Tutkimuskohteeksi valittiin Ilmarisen taajaman viemäriverkosto. Etukäteen tiedettiin, että valitulla alueella oli vuotovesiä, joten tällä tutkimuksella haluttiin kartoittaa verkoston eniten vuotavat osat, sekä minkä tyyppisiä vuotovesiä eri osista tulee. Tutkimukset tehtiin Vuove-Insinöörien patentoimalla Vuove-menetelmällä.

Opinnäytteessä selvitettiin vuotomäärät verkosto-osittain, jotta tarkemmat tutkimukset osataan kohdistaa eniten vuotaviin osiin. Tästä syystä nyt tehty verkoston osien mittaus ei riitä saneeraussuunnitelman laatimiseen, vaan ennen saneerauksen aloittamista on vielä tehtävä jatkotutkimuksia, jotta selvitetään tarkat vuotokohdat.

Tutkimuksissa löytyi runsaasti vuotavia linjoja, rikkiäisiä ja tukkeutuneita kaivoja sekä karttaan merkitsemättömiä painelinjoja. Akuuteimpia ongelmia ovat puhdasvesivuodot, joiden tarkempi paikallistaminen ja korjaaminen aloitetaan välittömästi. Muista puutteista tehdään tutkimus- ja saneeraussuunnitelma, joka sisällytetään talousarvioon.

### ASIASANAT:

jätevesiviemäri, vuotovesi, Liedon kunta, Vuove-menetelmä

Mikko Jalonen

## WATER LEAK INVESTIGATION IN THE MUNICIPALITY OF LIETO

This thesis examines water leakage, what causes water leakage, what kind of damage water leaks cause and how water leaks can be repaired. Investigations were carried out in Lieto municipality, and the work was ordered by Lieto waterworks.

The study was restricted to the Ilmarinen urban sewerage. It was already known that the selected area has leakage, so the aim of this study was to identify the most porous parts of the network, as well as the types of water leakage in different parts of the network. These studies were conducted by the Vuove method which is patented by Vuove-Insinöörit.

The objective was to determine the biggest leakage rates of the network, so further investigations can be focused on the most leaking parts of the network. Therefore, cannot be devised a restructuring plan, based on these measurements. Further studies will be needed to determine the precise leakage points.

A number of leaking lines, broken and clogged drains, and pressure lines which are not marked on the map were found. The most acute problems are potable water leaks. The locating and repairing of these problems will begin immediately. The rest of the failures will be covered in the research and restructuring plan, which is included in the budget.

### KEYWORDS:

drain, water leak, Municipality of Lieto, Vuove-method

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>6</b>
<b>2 TUTKIMUSKOHDDE</b>	<b>7</b>
2.1 Viemäriverkoston nykytilanne	9
2.2 Haja-asutusalueen vesihuolto	10
<b>3 YLEISTÄ VUOTOVESISTÄ</b>	<b>12</b>
3.1 Vuotovesien määrä	13
3.2 Vuotovesien haitat	17
3.3 Vuotovesistä aiheutuvat kustannukset	17
<b>4 VUOTOVESIEN TUTKIMINEN</b>	<b>18</b>
4.1 Sähkönkulutus	18
4.2 Silmä määräiset tutkimukset	18
4.3 Virtaamamittaus	20
4.3.1 Astiamittaus	20
4.3.2 Mittapadot	20
4.3.3 Pumppausmittaus	21
4.3.4 Imuallasmittaus	21
4.3.5 Venturikouru	21
4.3.6 Siivikkomittaus	22
4.3.7 Merkkiainemittaus	22
4.4 Vuove-menetelmä	22
4.4.1 Vuove-ohjelma	23
4.4.2 Virtaamamittaus	24
4.4.3 Laatumittaus	25
4.5 TV-kuvaus	26
4.6 Savukoe	26
4.7 Tutkimuskustannukset	27
<b>5 SANEERAUS</b>	<b>29</b>
5.1 Saneeraustarve ja -suunnittelu	29
5.2 Menetelmien valintaan vaikuttavat asiat	29
5.2.1 Tekniset tekijät	30
5.2.2 Taloudelliset tekijät	31
5.3 Saneerausmenetelmät	31
5.3.1 Pitkäsujutus	31

5.3.2 Flexoren-menetelmä	33
5.3.3 Pätkäsujuutus	33
5.3.4 Pakkosujuutus	34
5.3.5 Puristussujuutus	35
5.3.6 Sukkasujuutus	35
<b>6 TUTKIMUSTULOKSET</b>	<b>36</b>
<b>7 TOIMENPITEET JA AIKATAULU</b>	<b>38</b>
<b>8 JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>40</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>42</b>

## LIITTEET

- Liite 1. Jätevesi 2008.  
 Liite 2. Lasku. Vuove-vuotovesitutkimus.  
 Liite 3. Ilmakuva Väänteläntien alueesta.

## KUVAT

Kuva 1. Mittausalueen johtokartta.	9
Kuva 2. Tarkastuskaivon sauma vuotaa.	13
Kuva 3. Veden pinta Lausteentien sillan kohdalla normaalioloissa.	14
Kuva 4. Veden pinta Lausteentien sillan kohdalla runsaiden sateiden jälkeen.	15
Kuva 5. Kaivon teleskooppi vinossa.	19
Kuva 6. Mittausalueen kartta.	24
Kuva 7. Virtaamamittari.	25
Kuva 8. Savutettu, vuotava putkilinja.	27
Kuva 9 Pitkäsujuutus.	32
Kuva 10. Pitkäsujuutus Flexoren-menetelmällä.	33
Kuva 11. Pätkäsujuutus.	34

## KAAVIOT

Kaavio 1. Laskutetun ja todellisen jätevesimäärän ero.	16
--	----

# 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö käsittelee vuotovesitutkimusta Liedon kunnassa. Työn tarkoituksena on kartoittaa Ilmarisen taajaman viemäriverkoston ongelma-alueita sekä löytää niille parhaiten sopivat jatkotutkimus- ja saneerausmenetelmät. Lisäksi opinnäytteessä selvitetään mahdolliset tarpeet vastaavan tutkimuksen tekemisestä Liedon keskustan alueella.

Vuotovedet ovat vesiä, jotka pääsevät viemäriverkostoon ympäröivästä maaperästä tai kaivannon täytteestä. Syynä tähän voivat olla esimerkiksi vuotavat putkiliitokset, särkyneet putket ja tarkastuskaivorakenteet sekä tarkoituksellisesti viemäriin johdetut salaojien kuivatusvedet.

Suurimmat haitat vuotovesistä aiheutuvat viemärilaitokselle. Jätevesien käsittely- ja pumppauskustannukset nousevat, sähkönkulutus kasvaa ja laitosten tekninen toiminta vaikeutuu. Lisäksi ympäristölle aiheutuu tarpeetonta kuormitusta, kun jätevedenpumppaamoilla joudutaan juoksuttamaan liika jätevesi suoraan luontoon.

Tämä työ on Liedon kunnan ensimmäinen toimenpide vuotovesien vähentämiseksi. Tavoitteena on, että työssä käytettyjä menetelmiä voidaan soveltaa jatkossa myös muihin Liedon kunnan alueisiin.

## 2 TUTKIMUSKOHDE

Tämä tutkimus tehtiin Liedon kunnassa, joka sijaitsee Varsinais-Suomessa Turun itäisenä rajanaapurina. Liedon kunnan pinta-ala on noin 200 km<sup>2</sup> ja asukkaita kasvavassa kunnassa on hieman yli 16 000. Kunta on asettanut strategiassaan tavoitteeksi tasaisesti kasvavan asukasmäärän ja työpaikkojen vuosittaisen lisäyksen. Tilastokeskuksen ennusteen mukaan vuonna 2030 Liedossa on 18 370 asukasta. Yrityksiä Liedon kunnan alueella on noin 800 ja työpaikkoja noin 4500, mutta suuria vesimääriä tarvitsevaa teollisuutta kunnan alueella ei ole. (Liedon kunta 2010; FCG 2010, 3.)

Liedon kunnan vesihuoltopalvelut tarjoaa Liedon Vesi, joka on kunnan eriytetty taseyksikkö. Se vastaa vesihuollon järjestämisestä kunnanvaltuuston hyväksymällä toiminta-alueella, jossa se vastaa vesihuoltoverkoston suunnittelusta, rakentamisesta ja huollosta sekä uusien liittyjien liitostöistä ja vesihuollon asiakaspalvelusta. Toiminta-alue mukailee vahvistettuja asemakaava-alueita. ”Haja-asutusalueilla kunta kannustaa asukkaita vesiosuuskuntien perustamiseen. Kunta on hankkeissa tukena suunnitelmien ja mitoitusten laatimisessa.” (FCG 2010, 9–10.)

Turun Seudun Vesi Oy (TSV) toimittaa Liedon kunnan talousveden Virttaankankaan alueelta. Vesivaraaus on tällä hetkellä 2000 m<sup>3</sup>/d. Liedon Vesi on mukana TSV Oy:n tekopohjavesihankkeessa, jolla pyritään turvaamaan asiakkaiden vedentarve pitkälle tulevaisuuteen. Hankkeen on arvioitu valmistuvan vuoden 2011 loppuun mennessä, minkä jälkeen Liedon vesivaraaus on 4000 m<sup>3</sup>/d. (FCG 2010, 9–10.)

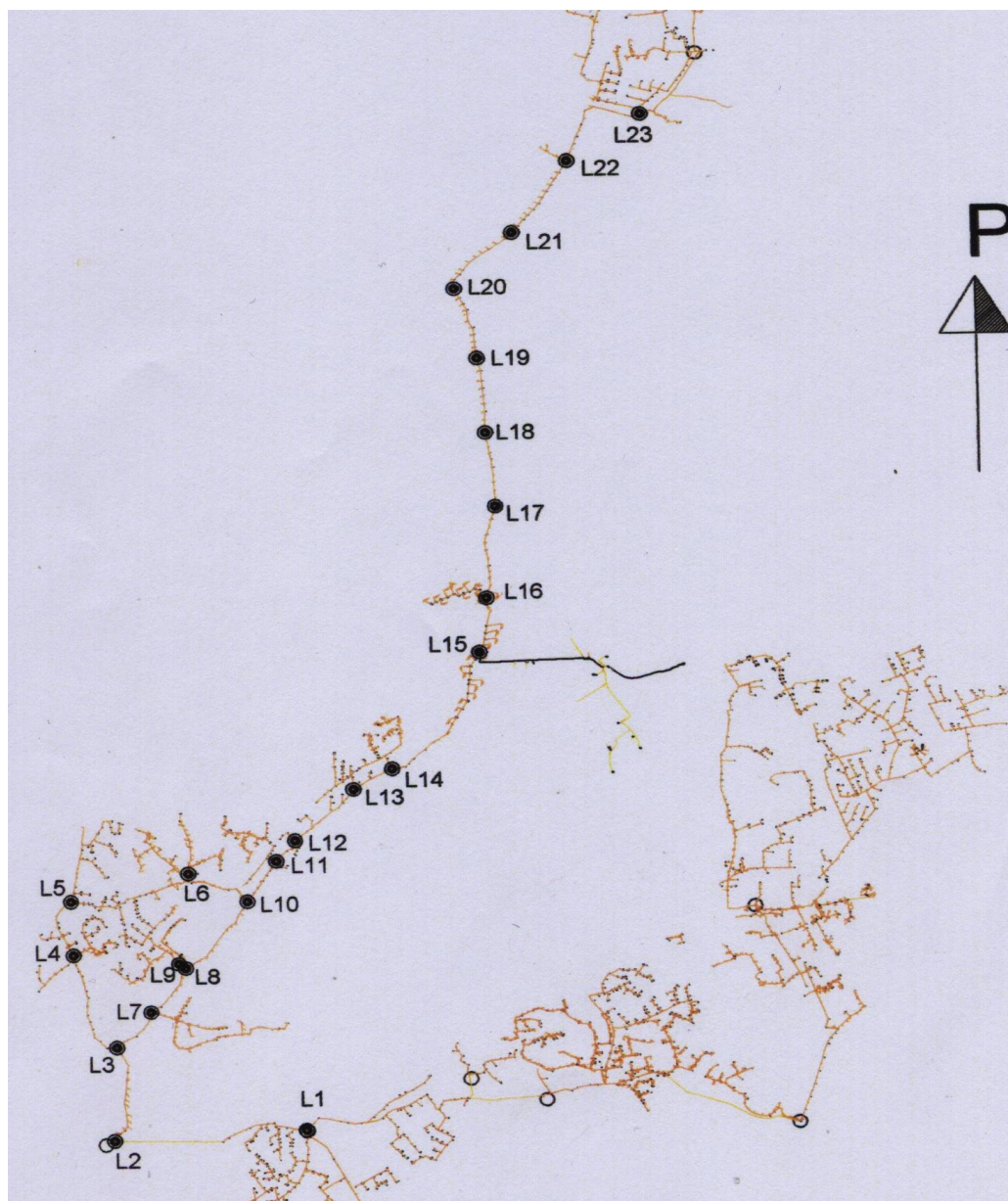
Tekopohjaveden vuoden mittainen koepumppaus aloitettiin syyskuussa 2010, ja syyskuussa 2011 on tarkoitus aloittaa Kokemäenjoesta otetun veden imeyttäminen Virttaakankaan harjun läpi. Vuoden 2011 lopussa tekopohjavettä käytetään Liedon kunnan talousvetenä. (A. Teini, henkilökohtainen tiedonanto 26.8.2010.)

Hankkeessa pumpataan Kokemäenjoesta jokivettä, joka johdetaan Huittisissa olevalle esiselkeytyslaitokselle. Sen jälkeen vesi pumpataan Virttaalle ja imeytetään altaasta useaan kohtaan harjua. Harjuun imeytetty jokivesi virtaa maan alla noin 9 kuukautta, kunnes se on paikassa, josta se imetään Liedon kunnan putkistoon. Imeytymisaika havainnollistettiin väriaineella, jonka avulla seurattiin harjun veden virtauksia ja -nopeuksia. (A. Teini, henkilökohtainen tiedonanto 26.8.2010.)

Liedon kunnalla ei ole omaa jäteveden puhdistamo, vaan kunnan jätevedet johdetaan Kaarinaan. Liedon jätevedet puhdistettiin vuoden 2008 loppuun saakka Kaarinan kaupungin jätevedenpuhdistamolla, mutta vuoden 2009 alusta jätevedet on johdettu Kaarinan kautta Turun Seudun Puhdistamo Oy:n Turun Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolle. Uusi puhdistamo täyttää jätevesien kiristyneet puhdistusvaatimukset, mm. typen poiston osalta. Kunta maksaa jätevesimaksua Turun Seudun Puhdistamo Oy:lle noin 0,60 €/m<sup>3</sup>. 84 % kuntalaisista on liittynyt jätevesiverkostoon. (FCG 2010, 2, 9–10; A. Teini, henkilökohtainen tiedonanto 11.11.2008.)

Tämä tutkimus on ensimmäinen toimenpide vuotovesien vähentämiseksi ja se kattaa kunnan luoteisosassa sijaitsevan Ilmarisen taajaman viemäriverkoston sekä Liedon Asemalta tulevan siirtoviemärin (kuva 1). Yksi mittauspiste on lisäksi Loukinaisten pumppaamolla, jotta saadaan alustavasti tietoa keskustan alueen vuotovesimääristä ja korjaustarpeesta. Jatkossa tutkimuksessa käytettyjä menetelmiä on tarkoitus soveltaa myös kunnan muun viemäriverkoston tutkimiseen ja korjaamiseen. (A. Teini, henkilökohtainen tiedonanto 11.11.2008.)





Kuva 1. Mittausalueen johtokartta (Vuove-Insinöörit oy:n tarjous, 2009).

## 2.1 Viemäriverkoston nykytilanne

Liedon kunnan jätevesiverkoston pituus on 201 kilometriä, josta paineviemäriä on noin 20 kilometriä. Sekaviemäriverkostoa on vielä jäljellä keskustan, Nuolemon ja Ilmarisen alueella. Tätä verkostoa ei kuitenkaan olla nykyaikaistamassa, sillä sekaviemäröinnin poistaminen vaatisi kunnalta sadevesiviemäröinnin rakentamista alueille. Varhaisimmat verkostot on rakennettu vuonna 1963 ja varhaisimmat PVC-putket ovat 1970-luvun alusta.

”Pääviemäri Liedosta Kaarina on 500M-viemäri, jonka teoreettinen kapasiteetti on yli 17 000 m<sup>3</sup>/d. Liedon viemäriverkostossa on seitsemän suurta linjapumppaamo.” (FCG 2010, 12.)

Vuosittain Liedossa saneerataan noin 100–200 metriä viemäriputkistoa ja uusia linjoja rakennetaan 5–10 kilometriä. Uudet linjat rakennetaan pääsääntöisesti uusille kaava-alueille ja putkikoot vaihtelevat alueen tarpeiden mukaan. Runkolinjoja ei saneerata, vaan ne ainoastaan pestään ja kuvataan. Suuret toiminnalliset haitat, kuten esimerkiksi painumat, putkirikot ja auenneet saumat, korjataan. (A. Teini, henkilökohtainen tiedonanto 28.8.2010.)

Verkoston suurimpia ongelmia ovat väärin tehdyt ympärystäytöt, painuminen ja vuotovedet. Pitkien sadejaksojen aikana jätevesimäärät saattavat jopa kolminkertaistua (liite 1). Tällöin pumppaamot eivät kykene pumppaamaan kaikkea jätevettä, jolloin syntyy ympäristöä tarpeettomasti kuormittavia ylivuotoja. (A. Teini, henkilökohtainen tiedonanto 11.11.2008.)

## 2.2 Haja-asutusalueen vesihuolto

”Liedon kunnan vesijohtoverkon ulkopuolella asuu noin 640 asukasta ja viemäriverkon ulkopuolella noin 2 600 asukasta. lisäksi kunnassa on noin 50 vapaa-ajan asuntoa.” Haja-asutusalueiden kiinteistökohtaisten kaivojen vesi on pääsääntöisesti hyvää pohjavettä ja sitä on riittänyt myös kuivina kesinä. Kunnan velvollisuutena on järjestää haja-asutusalueelle väliaikainen vedenjakelu tarvittaessa. Käytännössä kunta ostaa palvelun yksityiseltä palveluntarjoajalta, jolla on vedenkuljetukseen tarvittava kalusto. (FCG 2010, 5.)

Liedon Veden toiminta-alueen ulkopuolella viemäröinti on hoidettu pääsääntöisesti kiinteistökohtaisin järjestelyin. Liedossa maasuodattamo on yleisin kiinteistökohtainen järjestelmä. Kunnan rakennusvalvonta suosittelee myös menetelmää sen toimintavarmuuden takia, mikäli muut järjestelmät tulevat kalliiksi toteuttaa. (FCG 2010, 5.)

Liedon kunta on määritellyt haja-asutusalueet, joilla yhteisviemäröinti on arvioitu tulevan kiinteistökohtaisia ratkaisuja edullisemmaksi. Näille alueille kunta suosittelee vesiosuuskuntien perustamista, sillä vesihuoltolaitosten toiminta-alueiden ulkopuolelle jäävät kiinteistöt, jotka eivät perusta vesiosuuskuntaa, ovat velvollisia kunnostamaan vesihuoltojärjestelmänsä vuoden 2013 loppuun mennessä. (FCG 2010, 5.)

### 3 YLEISTÄ VUOTOVESISTÄ

Vuotovedet ovat vesiä, jotka pääsevät viemäriverkostoon tahattomasti ympäröivästä maaperästä tai kaivannon täytteestä. Syynä voivat olla esimerkiksi vuotavat putkiliitokset, särkyneet putket tai tarkastuskaivorakenteet. Vuotovesiin lasketaan kuuluvaksi myös tarkoituksellisesti viemäriin johdetut salaojien kuivatusvedet. (Karttunen 2004, 464.)

Vuotovedet voidaan jakaa kahteen luokkaan, varsinaiseen vuotoveteen ja hulevuotoveteen. Varsinainen vuotovesi on pohja- ja vajovettä, joka pääsee viemäriverkostoon pääasiassa putkistossa olevien aukkojen kautta. Varsinaisen vuotoveden verkostoon pääsemisen edellytyksenä on, että viemäriin on pysyvästi tai tilapäisesti pohjavedenpinnan alapuolella. Hulevuotovesi on pintavalunnasta syntyvää vuotovettä. Hulevuotovettä voi kulkeutua viemäriverkostoon esimerkiksi kaivojen kansistojen ja yläosien kautta sekä putkien saumoista (kuva 2). (Kaupunkiliitto 1984, 5.)



Kuva 2. Tarkastuskaivon ensimmäisen ja toisen renkaan liitos vuotaa (A. Teini, henkilökohtainen tiedonanto 11.11.2010).

### 3.1 Vuotovesien määrä

Vuotovesien määrä verkostoissa johtuu monista eri asioista. Määrään vaikuttavat mm. sadeolot, lumen sulaminen, maaperän ominaisuudet, pohjavedenpinnan korkeus, rakennusmateriaalit, asentajien ammattitaito sekä laittomat liitännät. (Karttunen 2004, 465.)

Sadeolot ja lumen sulaminen vaikuttavat viemäriverkoston vuotovesimäärään joko suoraan sade- tai sulamiskauden aikana tai viiveellä kauden päättymisen jälkeen. Tämän perusteella voidaan tehdä myös suuntaa antavia päätelmiä siitä, mikä osa verkostosta vuotaa. Mikäli vuotovesiä tulee paljon sadekausien tai lumen sulamisen aikaan, pääsee vesi verkostoon tarkastuskaivojen kautta. Jos taas vesimäärät ovat korkeat sade- tai sulamiskauden jälkeen, on



todennäköistä, että verkoston putket ja liitokset vuotavat. (Karttunen 2004, 465, 660–661.)

Liedossa sadeoloista ja lumen sulamisesta aiheutuu konkreettista haittaa esimerkiksi Lausteentien sillan kohdalla Ilmarisissa. Kuivana aikana sillan alta kulkevan ojan pinta on lähes kaksi metriä sillan kannen alapuolella (kuva 3), mutta runsaiden sateiden jälkeen pinta nousee jopa tien tasolle (kuva 4). Viemärilinja kulkee alueella ojaa mukaillen, ja pahimpien tulvien aikana osa kaivoista jää tulvaveden alapuolelle. Tästä syystä vesi pääsee valumaan suoraan kaivoihin aiheuttaen runsaasti vuotovettä verkostoon.



Kuva 3. Veden pinta Lausteentien sillan kohdalla normaalioloissa (A. Teini, henkilökohtainen tiedonanto 11.11.2010).



Kuva 4. Veden pinta Lausteentien sillan kohdalla runsaiden sateiden jälkeen (A. Teini, henkilökohtainen tiedonanto 11.11.2010).

Eniten maaperän ominaisuuksista vuotovesiin vaikuttaa vedenläpäisevyys. Mikäli maa-aines on hyvin vettä läpäisevää, pääsee vesi valumaan helpommin juuri vuotokohtaan. Myös kaivannon täyttämistapa vaikuttaa veden virtaamiseen. Huonosti tehty täyttö tai perustus saattaa muodostaa vettä hyvin johtavan reitin, jolloin yhden vuotokohdan vaikutusalue muodostuu varsin laajaksi. (Karttunen 2004, 465.)

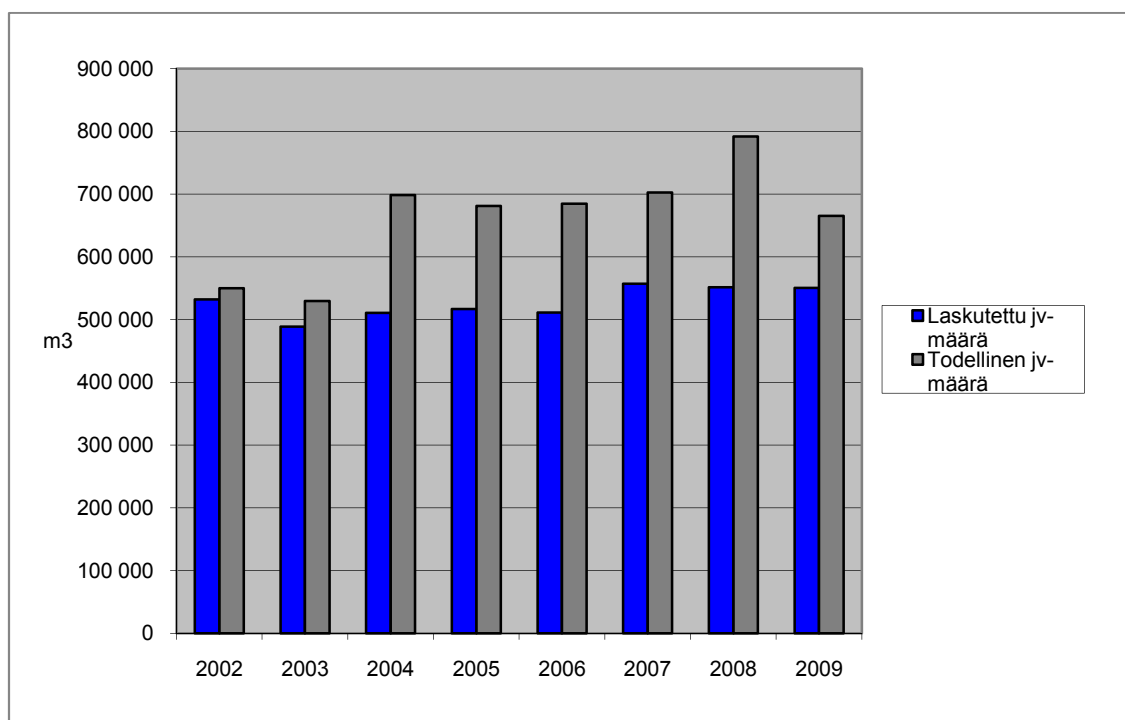
Rakennusmateriaalien vaikutuksia ovat esimerkiksi betoniputken syöpyminen korroosion vaikutuksesta ja rikkivedyn muodostuminen liian pienen virtausnopeuden takia. Yleensä putket ovat kuitenkin niin tiiviitä, ettei niiden läpi pääse tulemaan kokonaismäärään merkittävästi vaikuttavia määriä vuotovesiä. Rakennusmateriaalien suurin vuotojen aiheuttaja on liitokset, joiden tiiviyttä on pyritty parantamaan asentajien ammattitaitoa lisäämällä ja kehittämällä parempia liitostapoja. Laittomat liitännät ovat yksi suurimmista vuotovesien lisääjistä. Katoilta ja pihoilta johdetut pintavedet aiheuttavat viemäreiden

tulvimista, kun niitä johdetaan pelkästään jätevesille mitoitettuihin viemärijohtoihin. (Karttunen 2004, 465.)

### 3.1.1 Vuotovesien määrä Liedon kunnassa

Liedon kunnan jätevesimäärä vuonna 2009 oli 665 336 m<sup>3</sup> eli noin 1 823 m<sup>3</sup>/d. Jätevesimäärä asukasta kohti oli 135 l/as/d. Laskutettu jätevesimäärä oli 550 571 m<sup>3</sup>, joten vuotoveden osuus koko jätevesimäärästä oli noin 17 % eli 114 765 m<sup>3</sup>. (FCG 2010, 10–11.)

Vuotovesien määrä Liedon kunnassa on ollut nousussa koko 2000-luvun. Suurimmillaan vuotovesien määrä oli vuonna 2008, jolloin todellinen jätevesimäärä oli noin 30 % suurempi kuin Liedon kunnan laskuttama jätevesimäärä (kaavio 1).



Kaavio 1. Laskutetun ja todellisen jätevesimäärän ero.



### 3.2 Vuotovesien haitat

Suurimmat haitat vuotovesistä aiheutuvat viemärilaitokselle. Liian suuret vesimäärät aiheuttavat jäteveden käsittely- ja pumppauskustannuksia, kasvavaa sähkönkulutusta ja pumppaamojen teknisen toiminnan vaikeutumista. Koska jätevedenpumppaamot eivät pysty käsittelemään kaikkia pumppaamoille tulevia vesiä, joudutaan osa vesistä juoksuttamaan ohi pumppaamon, mikä aiheuttaa ympäristön turhaa kuormittumista. (Karttunen 2004, 464–465.)

Vuotovesistä johtuvat verkoston virtaamavaihtelut hankaloittavat jäteveden puhdistamon toimintaa. Lisäksi virtaavan veden lämpötilavaihtelut heikentävät esimerkiksi typen poistotehoa puhdistamolla. Typen poisto vaatii nitrifikaatio-prosessia, joka toimii hitaasti veden lämpötilan ollessa alhainen. (Elomaa 2007.)

Vuotovesistä saattaa joissakin tapauksissa olla myös hyötyä viemäriverkostoille. Vuotovedet muun muassa huuhtelevat putket suurien virtaamien aikaan, jolloin putkien liettyminen vähenee (Elomaa 2007.)

### 3.3 Vuotovesistä aiheutuvat kustannukset

Vuotovesistä aiheutuu Liedon kunnalle myös rahallisia kustannuksia. Kunta laskuttaa itse jätevesistä vuosittain huomattavasti vähemmän kuin mitä se maksaa Turun seudun puhdistamo Oy:lle. Esimerkiksi vuonna 2008 Liedon kunnan laskuttama jätevesimäärä oli 551 583 m<sup>3</sup> ja todellinen jätevesimäärä 791 952 m<sup>3</sup>. Erotus oli 240 369 m<sup>3</sup>. Kunta maksaa Turun seudun puhdistamo Oy:lle todellisen jätevesimäärän mukaan noin 0,60 €/m<sup>3</sup>. (A. Teini, henkilökohtainen tiedonanto 3.3.2009.)

## 4 VUOTOVESIEN TUTKIMINEN

### 4.1 Sähkönkulutus

Yksinkertaisin tapa selvittää vuotovesien määrää on pumppaamojen sähkönkulutuksen seuraaminen. Mikäli vuotovesiä on runsaasti liikkeellä, käyvät pumppaamojen pumput enemmän, mikä näkyy lisääntyneenä sähkönkulutuksena. Sähkönkulutusta ja ulkona vallitsevia olosuhteita vertaamalla voidaan myös päätellä minkä tyyppisiä vikoja verkostossa esiintyy. (A. Teini, henkilökohtainen tiedonanto 3.3.2009.)

### 4.2 Silmämääräiset tutkimukset

Tutkimusmenetelmän valintaan vaikuttaa se, minkä tyyppisiä vuotoja tutkittavalta alueelta oletetaan alustavien tutkimusten perusteella löytyvän. Mikäli vuotoja esiintyy erityisesti esimerkiksi kevään lumen sulamisen aikaan, on järkevintä käydä alueen tarkastuskaivot läpi. (Elomaa 2007.)

Silmävaraisesti tehtävään tutkimukseen yhdistetään usein myös lämpötilan mittaaminen. Virtaavan veden värin ja lämpötilan perusteella voidaan tehdä arvioita mm. virtaavan veden alkuperästä, koska vuotovedet ovat jätevesiä huomattavasti kirkkaampia ja kylmempiä. (Kaupunkiliitto 1985, 9.)

Silmämääräistä tutkimusta voidaan käyttää myös muiden menetelmien tukena. Siivikkomittauksessa silmämääräisestä tutkimuksesta on apua, kun veden virtaus on liian pieni pyörittämään siipipyörää ja patomittauksessa, kun virtaaman suuruus ylittää patokapasiteetin. (Kaupunkiliitto 1985, 9.)

#### 4.2.1 Tarkastuskaivojen kuntoselvitys

Tarkastuskaivoista löytyy yleensä sekä selviä vuotoja että vikoja, jotka aikaansaavat vuodon olosuhteiden muuttuessa. Tarkastuskaivojen läpikäynnin yhteydessä laaditaan kaivokortisto, johon merkitään mm. viat, havainnot ja tehdyt korjaukset. (Elomaa 2007.)

Tarkastuskaivojen kuntoselvityksessä kaivoista tutkitaan rakenne, korkeusasema, liittymäputket sekä kaivon kunto (kuva 5). Erityisesti kansistojen kunnon tutkiminen on tärkeää, sillä yksikin suuri kansivuoto voi aiheuttaa koko viemäriin tulvimisen. Toinen yleinen vuotokohta on esimerkiksi roudan nostamana auennut ensimmäisen ja toisen renkaan liitos. (Karttunen 2004, 662–663.)



Kuva 5. Kaivon teleskooppi vinossa (A. Teini, henkilökohtainen tiedonanto 11.11.2010).

### 4.3 Virtaamamittaus

Mikäli silmämääräisillä tutkimuksilla ei saada selitettyä kaikkia mitattuja vuotomääriä tai alustavat tutkimukset osoittavat vuotojen syiden löytyvän viemäri linjoista, jatketaan tutkimuksia virtaamamittauksilla (Elomaa 2007).

Virtaaman määrittämiseen perustuvat mittausmenetelmät voidaan jaotella siirrettäviin ja kiinteisiin mittauksiin. Virtaamamittauksia voidaan tehdä sekä viemäriverkostossa että jätevedenpumppaamoilla useilla eri tavoilla. (Kaupunkiliitto 1985, 3.)

#### 4.3.1 Astiamittaus

Astiamittaus voidaan suorittaa usealla eri tavalla. Kaikissa tavoissa pääperiaatteena on mitata tunnetun suuruisen astian täyttymiseen kuluva aika ja laskea sen avulla virtaama. Usein pumppaamoja itsessään voidaan käyttää astiana, jolloin mitataan pinnankorkeuden nousunopeus, josta saadaan täyttymisnopeus ja tulovirtaama. Astiamittauksia voidaan käyttää esimerkiksi mitattaessa viemäriin johdettavia salaojavesiä. Menetelmä on varsin luotettava, mutta sen käyttöä rajoittaa usein tilanpuute. (Elomaa 2007.)

#### 4.3.2 Mittapadot

Mittapadolla vettä padotaan rauhoitusaltaaseen tai viemäriputkeen. Kun vedenpinta ylittää padotustason, pääsee vesi purkautumaan vapaasti terävän patoaukon yli. Patoaukko on yleensä V-muotoinen, jolloin puhutaan kolmiopadosta. (Kaupunkiliitto 1985, 4.)

Mittapato asetetaan viemärikaivoon tai -putkeen. Siirrettävät padot voidaan useimmiten asentaa maan pinnalta. Mittalaitteessa on yleensä kumikaulus, jonka avulla pato saadaan puristumaan tiiviisti viemäriin yläpintaan kiinni. Mittapato soveltuu heikosti pitempiaikaiseen virtaamien havainnointiin, sillä

tukkeutumisvaaran vuoksi laite edellyttää jatkuvaa huoltoa (Kaupunkiliitto 1985, 4).

Mittapato supistaa tutkittavan putken poikkipinta-alaa ja vähentää putken kapasiteettia. Tästä syystä mittapato ei sovellu tutkimusmenetelmäksi linjoille, joiden kapasiteetti on jo lähes kokonaan käytössä. (Elomaa 2007.)

#### 4.3.3 Pumppausmittaus

Pumppausmittauksessa viemärikaivosta poisjohtava viemäriputki tulpataan ja kaivo pumpataan tyhjäksi. Pumpattu vesi johdetaan mitta-astiaan, jonka täyttymiseen kuluvan ajan perusteella voidaan laskea tulovirtaama viemärikaivoon. Kaivo pidetään kuivana koko mittauksen ajan. (Kaupunkiliitto 1985, 7.)

#### 4.3.4 Imuallasmittaus

Imuallasmittauksessa seurataan pumppaamon veden pinnan nousua ja siihen kuluva aikaa. Vedenpinnan korkeuksia vastaavan allastilavuuden avulla voidaan laskea mittausajan keskivirtaama pumppaamolle. Imuallasmittauksia voidaan tehdä sekä tilapäisinä että kiinteinä mittauksina. (Kaupunkiliitto 1985, 10.)

#### 4.3.5 Venturikouru

Venturikourulla pienennetään virtauksen poikkileikkausala niin paljon, että venturin yläpuolinen verkasvirtaus muuttuu venturin kohdalla kiitovirtaukseksi ja sitten vesikynnyksen välityksellä takaisin verkasvirtaukseksi. Tällöin saadaan yhteys vedenpinnan korkeuden ja virtaaman välille. Ventureita käytetään pääasiassa ainoastaan kiinteissä mittauspisteissä. Esimerkiksi jätevedenpuhdistamojen virtaamamittaukset perustuvat yleensä venturikourun käyttöön. (Kaupunkiliitto 1985, 4; Elomaa 2007.)

#### 4.3.6 Siivikkomittaus

Siivikkomittauksessa määritetään veden virtausnopeus viemärissä pinta-alan ja nopeuden avulla. Mittapisteeseen lasketaan siipipyörä, jonka tietyssä ajassa pyörinä kierrosluku rekisteröidään. Kierrosnopeus on suoraan verrannollinen veden virtausnopeuteen mittauspisteessä. (Kaupunkiliitto 1985, 5–6.)

#### 4.3.7 Merkkiainemittaus

Merkkiainemittausta käytettäessä oletetaan, että jätevesivirtaama pysyy likimain samana koko mittauksen ajan. Merkkiaineena voidaan käyttää esimerkiksi litiumkloridia (LiCl), joka annostellaan viemäriin jatkuvatoimisella annostelijalla. Annostelu tapahtuu viemäriverkoston yläpäässä ja näytteenotto suoritetaan alempana verkostossa kaivosta. Näytteenottopaikka on valittava riittävän alhaalta, jotta voidaan olla varmoja merkkiaineen täydellisestä sekoittumisesta jäteveteen. Virtaama saadaan laskettua annostusnopeuden (mg/s) ja merkkiainepitoisuuden laimenemisen (mg/l) perusteella. (Kaupunkiliitto 1985, 8–9.)

Merkkiainemittauksella saavutetaan hyvä tarkkuus ja sitä voidaan käyttää lisäksi muiden menetelmien tarkkuuksia määritettäessä (Kaupunkiliitto 1985, 8–9).

#### 4.4 Vuove-menetelmä

Vuove-menetelmällä mitataan viemäriverkostoihin vuotavien vesien todellista määrää mittapisteväleittäin. Mittapisteeksi valitaan yleensä risteyskaivo, jolloin tietoa on mahdollista saada samalla kertaa useasta eri suunnasta. Kaikista kaivoon tulevista putkista mitataan virtaama ja veden laatu. Näytteet otetaan sekä minimi- että maksimivirtaamasta, joista saadut tulokset käsitellään Vuove-ohjelmalla. (Vuove-insinöörit Oy 2008.)

Vuove-menetelmällä tutkittaessa mittaus aloitetaan aina tutkittavan alueen alimmalta pisteeltä eli pisteeltä, johon kaikki vesi virtaa. Vastavirtaan mittaamisen suurin hyöty on kustannustehokkuus. Mikäli havaitaan, että jonkin linjan alimmasta pisteestä ei tule vuotovesiä, voidaan yläjuoksun pisteet jättää mittaamatta ja keskittää työ muihin mitattaviin alueisiin. (T. Tammenlarva, henkilökohtainen tiedonanto 10.10.2010.)

Mittauksia varten voidaan laatia suunnitelma, josta käy ilmi mitattavat pisteet. Tällöin tutkittava linja käydään läpi piste pisteeltä kohti latvaosia. Kun vuotava alue löytyy, tutkitaan sitä yleensä välittömästi tarkemmin. Toinen yleinen toimeksianto on annetun alueen mittaaminen, jolloin mittausryhmälle osoitetaan mitattava alue, josta pitää löytää vuotavat linjat. Tutkimus aloitetaan jälleen alajuoksulta, mutta kentällä liikkumista ohjaavat vuotovedet. Kolmas yleinen tehtävä on puhdasvesivuotojen etsiminen. Puhdasvesivuotojen etsimisessä erityisen tärkeässä roolissa on laatumittaus. Laatuarvot paljastavat, jos jostakin linjasta tulee puhdasvesivuotoa. Tällöin vuotoa lähdetään etsimään mittaamalla risteyskaivoista ja etenemällä vuodon suuntaan. (T. Tammenlarva, henkilökohtainen tiedonanto 10.10.2010.)

#### 4.4.1 Vuove-ohjelma

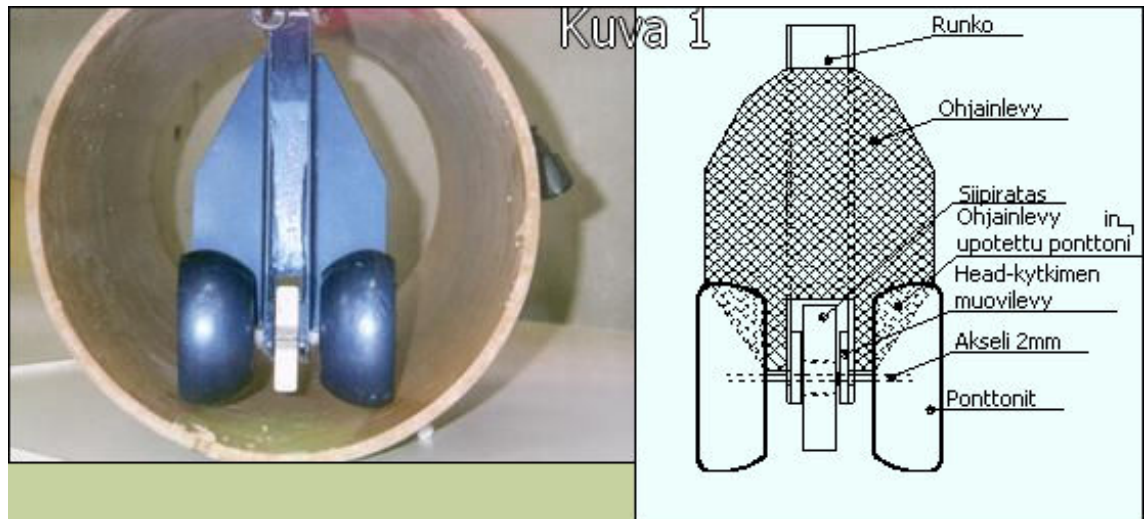
Vuove-ohjelmalla analysoidaan mittauksista saadut tulokset, joista tietokantaan tallentuvat mittaustiedot ja vuotoprosentit. Raportointivaiheessa verrataan lisäksi eri mittapisteiltä saatuja laatuparametreja toisiinsa. Ohjelmassa käytetään pohjana mitattavan alueen karttaa (kuva 6), jotta saadut tulokset voidaan tallentaa koordinaattisidonnaisesti. (T. Tammenlarva, henkilökohtainen tiedonanto 6.3.2009.)

#### 4.4.2 Virtaamamittaus

Virtauspinta-ala mitataan mittalaitteen varressa olevan kiihtyvyyssanturin avulla. Mittari kalibroidaan antamalla anturin tiedot muutamassa tunnetussa kulmassa. Kun tiedetään kallistuskulma ja putken sisähalkaisija voidaan laskea



virtauspinta-ala. Tilavuusvirta saadaan kertomalla saatu virtauspinta-ala nopeudella. (Vuove-Insinöörit Oy 2008.)



Kuva 7. Virtaamamittari (Vuove-Insinöörit Oy 2008 [viitattu 24.3.2009]).

#### 4.4.3 Laatumittaus

Laatumittaus suoritetaan kentällä. Näytteestä tutkitaan viittä eri parametria: lämpötila, pH, sameus, redox ja johtavuus. Saadut arvot syötetään ohjelmaan, joka laskee vuotovesiprosentin. (Vuove-Insinöörit Oy 2008.)

Yleisimmin käytettävä tapa on astiamittaus, jolloin virtaamasta otetaan näyte astiaan joko virtaamamittauksen aikana tai heti sen jälkeen. Tutkittavat suureet mitataan otoksesta heti. Näytteen turhaa liikuttelua on vältettävä, sillä jotkin mitattavat arvot ovat herkästi muuttuvia. Tietokoneen virtaamakäyrästä seurataan virtaaman muutoksia. Näytteenotto uusitaan aina virtaaman oleellisesti muuttuessa. Näyte otetaan ainakin minimi- ja maksimivirtaamista. Kun virtaamamittaus on saatu valmiiksi, laskee Vuove -ohjelma vuotoprosentin ja tutkii ovatko kaikki arvot määritettyjen rajojen sisällä. Jos jokin arvo on poikkeava, mitataan laatuarvot uudestaan varamittarilla. (Vuove-Insinöörit Oy 2008.)

#### 4.5 TV-kuvaus

Tv-kuvauksella tarkoitetaan viemäriputkien sisäpuolista kuvaamista, jonka tarkoituksena on kerätä tietoa kuvatun osuuden kunnosta. Kuvauksella saadaan tietoa mm. vuodoista ja niiden sijainnista, viemäritukosten syistä sekä laittomien viemäriiliittymien sijainnista. Lisäksi kuvauslaitteeseen liitettävien lisälaitteiden avulla saadaan tutkittavasta osuudesta kaltevuus- ja painumatietoja. Suurissa, vettä täynnä olevissa, putkissa voidaan kuvausta täydentää kaikuluotaimella. (Forss 2005, 27–28.)

#### 4.6 Savukoe

Savukoemenetelmässä viemäriin puhalletaan viemärikaivon kautta koneellisesti teetettyä savua. Savun avulla voidaan paikantaa mahdollisia vikoja, tukoksia sekä esimerkiksi virheellisiä liitoksia, joissa sade- ja sulamisvesiä ohjataan jätevesiviemäriin salaojien tai rännikaivojen kautta (kuva 8). Menetelmällä on helppo havaita myös tarkastuskaivojen kunto sekä tuuletuksen toimivuus. Savukoe ei kuitenkaan ole aukoton tutkimusmenetelmä vaan se soveltuu parhaiten täydentämään muita menetelmiä, kuten esimerkiksi tv-kuvausta. (Forss 2005, 29.)



Kuva 8. Savutettu, vuotava putkilinja (A. Teini, henkilökohtainen tiedonanto 11.11.2010).

#### 4.7 Tutkimuskustannukset

Tässä työssä tutkimusmenetelmänä käytettiin Vuove-Insinöörien patentoimaa Vuove-menetelmää. Toimeksiantona oli tutkia kunnan luoteisosassa sijaitsevan Ilmarisen taajaman viemäriverkostot. Etukäteen alueesta laadittiin mittaussuunnitelma, jota tarkennettiin mittausten edetessä. Mittapisteille sovittiin yksikköhinta, kuten myös mahdollisille lisäpisteille. Kaikkiaan neljän tutkimuspäivän aikana mitattiin 28 pistettä, joista neljä oli lisäpisteitä. Tutkimuksen kokonaishinnaksi tuli 12 644,40 € (Liite 2). (Vuove-Insinöörit Oy 2010, 4–6.)

Muut tutkimuskustannukset muodostuvat tulevista lisätutkimuksista, joilla paikallistetaan vuotokohdat tarkemmin. Aluksi käydään kaivot läpi ja selvitetään löytyykö vuotoveden syy niistä. Tämän jälkeen verkosto kuvataan. Laittomien tonttiliitoksien etsimiseen käytetään savutusta. Lisätutkimusten kustannukset

lasketaan tapauskohtaisesti, johtuen vaihtelevista maasto-olosuhteista, valittavasta menetelmästä sekä tutkittavan alueen laajuudesta.

## 5 SANEERAUS

### 5.1 Saneeraustarve ja -suunnittelu

Viemäriverkoston saneeraustarve voi aiheutua rakenteellisista ja toiminnallisista tekijöistä sekä muista olosuhteisiin vaikuttavista tekijöistä. Yleisimmät rakenteelliset ongelmat ovat putkien raaka-aineiden ja rakenteiden heikkeneminen, eli mm. tiivisteiden rappeutuminen, siirtymät ja korroosio. Toiminnallisista tekijöistä merkittävimpiä ovat verkoston kapasiteetin lasku, sekä ali- tai ylikuormitus. Muut tekijät ovat yleensä verkoston ulkopuolisia eli esimerkiksi maankäytön muutos tai muu rakennustoiminta. (Karttunen 2004, 652.)

Verkoston saneeraus on aloitettava yksittäisen johto-osan tai jopa koko verkoston osalta viimeistään silloin kun verkostossa ilmenee toistuvia toimintahäiriöitä, jotka kasvattavat kunnossapitokustannuksia, kuten esimerkiksi putkirikkoja tai tukoksia (Karttunen 2004, 652).

Saneeraussuunnittelu edellyttää runsaasti lähtö- sekä tilastotietoja pitkältä ajalta. Näiden tietojen perusteella voidaan seurata mm. kunnossapitotoimenpiteiden tarvetta ja sen mahdollista lisääntymistä verkoston tietyissä osissa sekä käyttö- ja kunnossapitokustannusten muutosta. Saatujen tietojen perusteella pystytään ennakoimaan saneeraustarvetta verkostossa. (Karttunen 2004, 652.)

### 5.2 Menetelmien valintaan vaikuttavat asiat

Saneerausmenetelmän valintaan vaikuttavat mm. tekniset ja taloudelliset tekijät, olosuhteet putken ympärillä, työn kesto sekä ulkopuolisille aiheutuvat haitat. Menetelmän lopullinen valinta tapahtuu yleensä kahden pääratkaisumallin, eli kaivamalla tehtävän uusimisen ja muiden saneerausmenetelmien välillä. (Karttunen 2004, 650.)

Liedon kunnan viemäriverkosto on melko vanhaa ja osa verkostosta kulkee yksityisten ihmisten omistamilla tonteilla. Tämä hankaloittaa verkoston saneerausta, sillä tonteille on hankala päästä korjauskaluston kanssa aiheuttamatta suurta vahinkoa ympäristölle. Lisäksi tonteilla olevat kaivot on useimmiten piilotettu, joten niiden löytäminen on vaikeaa. (A. Teini, henkilökohtainen tiedonanto 18.8.2010.)

Myös pelloilla sijaitsevien kaivojen saneeraus on hankalaa. Kiintopisteiden puuttumisen takia kaivojen löytämien saattaa olla vaikeaa. Lisäksi etenkin syksyisin ja keväisin pehmeä maasto hankaloittaa kaluston kulkemista. Tästä syystä pelloilla olevat linjat kunnostetaankin talvisin, jolloin voidaan hyödyntää jäätyneen maan parempaa kantavuutta. (A. Teini, henkilökohtainen tiedonanto 18.8.2010.)

Viemäriverkoston kenties haasteellisin osuus on Aurajoen rannalla joen mukaisesti kulkeva linja. Linjan kaivot ovat sijoittuneet joen molemmin puolin, joka hankaloittaa korjaustöitä. Linja on korjattava puoli kerrallaan tai kalliimpana vaihtoehtona kahdella kalustolla samanaikaisesti. (A. Teini, henkilökohtainen tiedonanto 18.8.2010.)

### 5.2.1 Tekniset tekijät

Mikäli putkilinjassa esiintyy pahoja painumia tai sortumia, on verkoston uusiminen auki kaivamalla lähes ainoa vaihtoehto. Mikäli muodonmuutos ei ole vielä vakava, eikä sen uskota enää pahenevan, voidaan käyttää muita menetelmiä. Jos saneerattava putki on syvällä tai pohjavedenpinnan alapuolella, on auki kaivaminen taloudellisesti huono ratkaisu. (Karttunen 2004, 650.)

Jotkut saneerausmenetelmät edellyttävät saneerattavan putken pesua korkeapainehuuhtelulla. Ennen huuhtelua on selvitettävä mahdolliset

syöpymisvauriot tai putken halkeilut sekä verkoston puhdistuksen kesto. (Karttunen 2004, 650.)

### 5.2.2 Taloudelliset tekijät

Mikäli saneerattavan putken läheisyydessä tehdään muitakin toimenpiteitä, on saneeraus auki kaivamalla perusteltua. Muussa tapauksessa on mietittävä ensisijaisesti muita menetelmiä, ettei kadun stabiliteetti huonone. (Karttunen 2004, 650–651.)

Kustannuksiin vaikuttavat myös kaivannon olosuhteet, muut rakenteet ja työn kesto. Mikäli putken yläpuolella on muita rakenteita, jotka auki kaivettaessa jouduttaisiin uusimaan tai jos kaivannon olosuhteet ovat vaikeat, kannattaa auki kaivamista välttää. Työn kesto vaikuttaa suuresti kokonaiskustannuksiin, sillä lyhyempi työaika aiheuttaa vähäisemmät haitat ympäröivälle liikenteelle, tuotantolaitoksille ja kadun varren liikkeille. (Karttunen 2004, 650–651.)

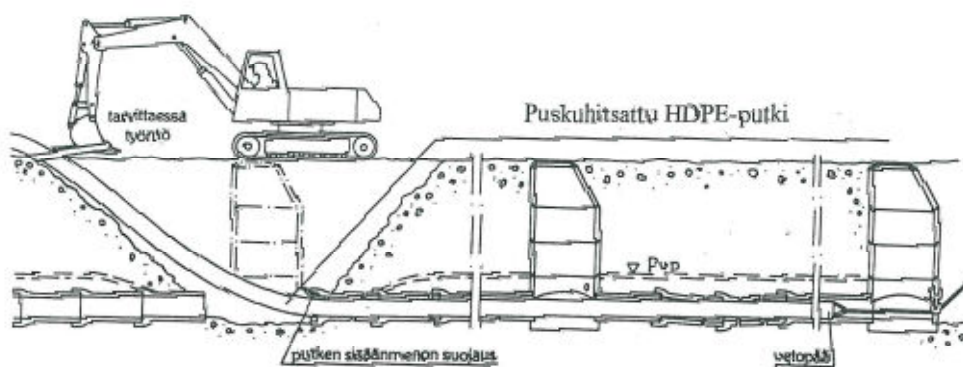
## 5.3 Saneerausmenetelmät

### 5.3.1 Pitkäsujutus

Pitkäsujutuksessa korjattavan putken sisään työnnetään tai vedetään yhtenäiseksi liitetty muoviputki (kuva 9). Käytettävän putkikoon ainoa rajoitus on saatavilla olevan putken koko. Sujutuksessa vanhan ja uuden putken väliin jää tyhjä tila, joka täytetään sujutuksen jälkeen. Huolellisella täytöllä varmistetaan putken rakenteellinen vahvuus, sen paikallaan pysyminen ja pienempi mekaaninen rasitus. (Ympäristöministeriö 1995, 11–12.)

Perinteisesti pitkäsujutuksessa materiaalina on käytetty polyeteeniputkea, jonka asentaminen vaatii työkaivannon. Putkimateriaalin lisäksi kaivannon kokoon vaikuttaa mm. saneerattavan putken syvyys ja maaperän laatu. Työkaivanto

pyritään aina tekemään siten, että siitä on mahdollista sujuttaa molempiin suuntiin. (Ympäristöministeriö 1995, 11–12; Karttunen 2004, 663.)



Kuva 9. Pitkäsujutus (Ympäristöministeriö 1995, 13.)

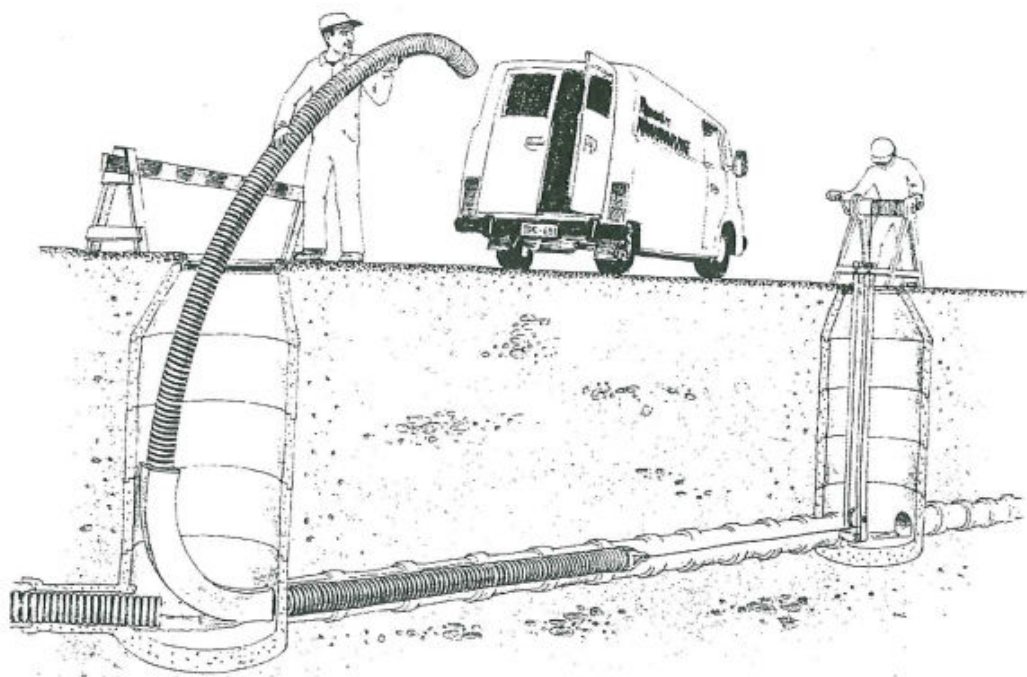
Ennen uuden putken sujuttamista saneerattava putki huuhdellaan, puhdistetaan irtoaineesta ja tarkastetaan tv-kuvauksella. Vähäisestä viemäriveredestä ei ole haittaa sujutukselle, mutta tarvittaessa järjestetään ohipumppaus. Korjattavaan putkeen työnnetään vaijeri, jonka avulla voidaan putken läpi vetää koepätkä työn onnistumisen varmistamiseksi. Vetokohta varustetaan vaijerirullilla ja tuetaan huolellisesti. Sujutettava putki hitsataan kokonaan valmiiksi ennen työn suoritusta ja hitsausseamat tasoitetaan sekä sisä- että ulkopuolelta. (Ympäristöministeriö 1995, 11–12.)

Putkeen kiinnitetään tarkoitukseen soveltuva vetopää, johon vaijeri kiinnitetään. Pitkissä putkissa voidaan apuna käyttää myös työntöä ja pienissä, väljästi sujutettavissa putkissa riittää usein pelkkä työntö. Työn aikana tulee varoa putken naarmuuntumista ja muodonmuutoksia. Sujutustyö tulisi suorittaa yhtäjaksoisesti, sillä pysähdyttäessä lepokitka on suurempi kuin liikekitka. Yhdellä kertaa voidaan sujuttaa useita kaivovälejä ja avata kaivokohdat jälkikäteen. Pienten tonttiviemäreiden uusiminen on suoritettava auki kaivamalla. (Ympäristöministeriö 1995, 11–12.)



### 5.3.2 Flexoren-menetelmä

Flexoren -menetelmän periaate on sama kuin pitkäsujutuksessa, mutta siinä käytetään taipuisaa flexoren -putkea, joka mahdollistaa sujuttamisen ilman työkaivantoa suoraan tarkastuskaivosta (kuva 10). Flexoren -menetelmä soveltuu paineettomien, kokoluokaltaan 100–300 mm:n, viemäreiden saneeraukseen. (Nordic Renovation Group Oy 2005.)

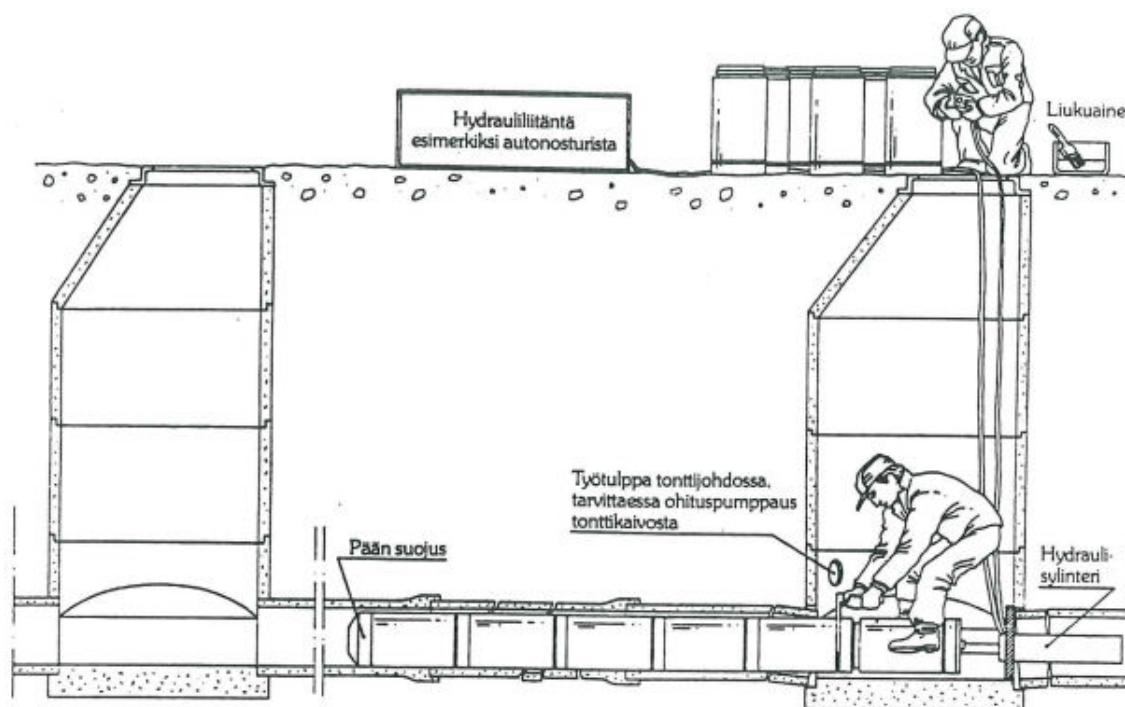


Kuva 10. Pitkäsujutus Flexoren -menetelmällä (Ympäristöministeriö 1995, 13.)

### 5.3.3 Pätksujutus

Pätksujutuksessa uusi putki kootaan työn aikana ja asennetaan hydraulisylinterin avulla saneerattavan putken sisään (kuva 11). Yleisimmin käytetään erikoisvalmisteisia lyhyitä muoviputkia, joiden hyötypituus on 50–60 cm, koska niiden asentaminen voidaan suorittaa viemärikaivosta. Pidempiä muoviputkisalkoja ja betoniputkia varten joudutaan kaivamaan erillinen työkaivanto, jonka koko riippuu sujutettavan putken pituudesta ja kaivannon syvyydestä. Muoviputket liitetään yhteen kumitiiviste- tai sähkömuhviliitoksella,

ilman putken ulkopuolista muhvin paksunnosta. Muut valmistelevat työt ovat samat kuin pitkäsujutuksessa. (Ympäristöministeriö 1995, 11–12; Karttunen 2004, 663.)



Kuva 11. Pätkäsujutus (Ympäristöministeriö 1995, 16.)

Viemärikaivosta sujutettaessa kaivoon asennetaan hydraulikäyttöinen työntölaite. Vastelevyillä varmistetaan putken työntyminen muhviin ennen sen sujuttamista viemäriin. Kaivoliittymät tiivistetään huolella tai korvataan uudella kaivolla. Kuten pitkäsujutuksessaakin jää saneerattavan putken ja uuden putken väliin tyhjä tila, joka on täytettävä. Mikäli täyttöä ei tehdä tai se tehdään huonosti saattaa kevyt putki nousta pohjaveden nosteesta, jolloin putken hydrauliset ominaisuudet heikkenevät. (Ympäristöministeriö 1995, 14–15.)

#### 5.3.4 Pakkosujutus

Pakkosujutus laajentaa pitkä- ja pätkäsujutuksien käyttöalueita. Menetelmä perustuu putkimurskaimen käyttöön, joka rikkoo saneerattavan putken ja tekee näin tilaa perässä tulevalle uudelle putkelle. Hyvissä olosuhteissa uusi putki voi

olla jopa saneerattavaa suurempi. Pakkosujutusta voidaan käyttää myös flexoren -menetelmän kanssa, jolloin sujutus tehdään suoraan tarkastuskaivosta. (Ympäristöministeriö 1995, 18; Karttunen 2004, 664.)

#### 5.3.5 Puristussujutus

Puristussujutus on pitkäsuutusmenetelmän muunnos, jossa sujutettavan putken halkaisijaa pienennetään ennen sujutuksen aloittamista kuristuslaitteella. Kun putki on vedetty paikalleen, palautetaan saneerausputki paineen tai lämmön avulla alkuperäiseen kokoonsa, jolloin se asettuu tiukasti vanhan putken seinämiä vasten. (Ympäristöministeriö 1995, 22; Karttunen 2004, 665.)

#### 5.3.6 Sukkasujutus

Sukkasujutuksessa käytetään hartsilla kyllästettyä sukkaa, joka vedetään saneerattavan putken sisään. Veden- ja ilmanpaineen avulla sukka saadaan täyttymään ja asettumaan vanhan putken muotoon, jonka jälkeen hartsi kovetetaan. Putken päät leikataan auki ja putki on valmis. (Karttunen 2004, 663.)

## 6 TUTKIMUSTULOKSET

Tätä opinnäytetyötä varten tehdyn vuotovesitutkimuksen suoritti Vuove-Insinöörit. Tutkimuksissa käytettiin Vuove-menetelmää, joka on yrityksen patentoima tutkimusmenetelmä. Vuove-menetelmän periaatteet on selvitetty tämän työn kohdassa 4.4. Mittaukset suoritettiin kolmessa osassa; 21.4.2009, 2.12.2009 sekä 12.–13.4.2010. Mittaukset venyivät näin pitkälle ajalle, koska vuosi 2009 oli poikkeuksellisen kuiva, joten vuotovesiä ei ollut liikkeellä riittävästi luotettavien tulosten saamiseksi. (Vuove-Insinöörit Oy 2010, 4.)

Tutkimusalueena oli Ilmarisen taajaman viemäriverkosto, sekä siirtoviemäri Liedon asemalle. Kaikkiaan tutkitulta alueelta löytyi 15 vuotavaa linjaa tai mittapisteväliä. Lisäksi tutkimuksissa löydettiin vuotavia ja tukkeutuneita kaivoja, sekä karttaan merkitsemättömiä painelinjoja. Lisäksi tehtiin alustavasti mittaukset myös Loukinaisten ja Liedon aseman pumppaamoilla. Tarkoituksena oli kartoittaa vuotovesitilanne Liedon aseman ja keskustan alueilla. Molemmissa mittapisteissä vuotovesien osuus virtaamasta oli huomattava. (Vuove-Insinöörit Oy 2010, 5–6.)

Tällä tutkimuksella saatiin siis selville kokonaisten linjaosuuksien vuotovesimäärät sekä vuotoprosentit. Näiden tutkimusten perusteella osataan jatkotutkimukset kohdistaa pahimmin vuotaviin linjoihin. Ennen varsinaisen korjaamisen aloittamista on alueella tehtävä lisätutkimuksia. Jatkotutkimukset aloitetaan käymällä alueen kaivot läpi. Kaivojen silmämääräisellä tutkimisella pystytään näkemään mahdolliset vuodot, sekä laittomat liitännät, mikäli kaivoista ei löydy vuotovesien aiheuttajia kuvataan linjastot vuotopaikan löytämiseksi. Puhdasvesivuodot aiheutuvat useimmiten laittomista taloliitännöistä, jotka on tehokkain paikallistaa savutuksella.

Mittaustulokset kokonaisuudessaan löytyvät vuototutkimusraportista, joka on tämän työn lähteenä.

## 6.1 Mittauksen suorittaminen

Tutkimukset aloitettiin tutkittavan verkoston osan alimmalta mittauspisteeltä, piste L2, ja niitä jatkettiin suunnitelman mukaisesti vastavirtaan. Suunnitelmaa tarkennettiin tarvittaessa lisäpistemittauksilla.

Esimerkkitapauksena on käytetty linjaa L7 – L42. Linja sijaitsee mittapisteen L7 kaakkoispuolella ja se kulkee Väänteläntietä mukaillen, omakotitaloalueen läpi. Liitteenä 3 on ilmakekuva alueesta, josta näkee maaston, sekä viemäriinjan. Virtaama alueelta oli 1,4 l/s ja vuotoprosentti 98. Linjasta tuli vuotovettä 1,4 l/s, joka tekee vuorokaudessa 119 m<sup>3</sup>. Mittapistekaivoon tulevan putken pää oli vähän koholla, josta voidaan päätellä, että putki on painunut kaivon ulkopuolelta. (Vuove-Insinöörit Oy 2010, 5, 16, 28; A. Teini, henkilökohtainen tiedonanto 11.11.2010.)

## 7 TOIMENPITEET JA AIKATAULU

Tutkimuksessa löydetty vuodot ovat hajallaan erittäin laajalla alueella. Tästä syystä korjaustoimenpiteet on jaettava vakavuuden perusteella. Akuutit korjaustarpeet, kuten löydetty puhdasvesivuodot, toteutetaan heti syys-talvella 2010. Pienemmistä vuodoista laaditaan korjaussuunnitelma, jonka pohjalta korjauksia aletaan tehdä järjestelmällisesti. Periaatteena on korjata ensimmäisenä suurimmat vuodot suhteessa linjan kokoon. Suunnitelma sisällytetään talousarvioon. (A. Teini, henkilökohtainen tiedonanto 18.8.2010.)

Ensimmäiset toimenpiteet ovat luonnollisesti tarvittavien jatkotutkimusten tekeminen. Puhdasvesivuotojen osalta jatkotutkimukset käsittävät savutuksen. Muiden verkostojen jatkotutkimukset aloitetaan tarkastamalla kaivot, joista etsitään mahdollista vuotokohtaa tai laitonta liitosta, mikäli kaivoista ei löydy vuodon aiheuttajia on seuraavana toimenpiteenä linjastojen kuvaaminen. Myös jatkotutkimukset tultaneen teetättämään ulkopuolisella ammattilaisella. (A. Teini, henkilökohtainen tiedonanto 18.8.2010.)

Kun vuotokohdat on saatu paikallistettua, aloitetaan korjaustyöt. Suurin osa korjaustoista tullaan tekemään auki kaivamalla, mutta mikäli auki kaivaminen ei sovellu menetelmäksi, suunnitellaan korjaustyö tapauskohtaisesti. Laajalle levittäytyvän alueen ja erilaisten maasto- ja maaperäolosuhteiden takia toimenpiteiden kustannuksia on tässä vaiheessa hankala arvioida. Työt joudutaan joka tapauksessa tekemään tuntitöinä, joten hinta muodostuu tapauskohtaisesti. (A. Teini, henkilökohtainen tiedonanto 18.8.2010.)

Tulevaisuudessa vaatimukset Liedon kunnan jätevesiverkostoa kohtaan kasvavat entisestään. Vuonna 2011 toteutetaan valtion vesihuoltohankkeena siirtolinja, jota pitkin johdetaan Auran jätevedet Liedon kunnan läpi Kakolanmäen puhdistamolle. Myös Marttilan ja Tarvasjoen jätevedet johdetaan tulevaisuudessa Liedon kautta. (FCG 2010, 2.)

Maarian alueelle rakennettavan, yli 10 000 asukkaan, asuinalueen jätevedet johdetaan Liedon läpi vuoteen 2030 mennessä. Työ toteutetaan yhdessä Turun kaupungin kanssa. Alueelta muodostuvaa jätevesimäärää ei ole mahdollista johtaa nykyisen verkoston läpi, vaan vaihtoehtoina ovat uusi siirtolinja tai nykyisen verkon saneeraus suuremmaksi. (FCG 2010, 2.)

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämä työ oli ensimmäinen toimenpide vuotovesien vähentämiseksi Liedon kunnassa. Työssä käsitellään Ilmarisen alueen viemäriverkostoa ja Liedon asemalta tulevaa siirtoviemäriä. Alue valittiin ensimmäiseksi tutkimuskohteeksi, koska etukäteen oli tiedossa, että alueelta tulee vuotovettä, mutta vuodon aiheuttajaa ei ole ollut selvillä. Lisäksi Ilmarisen taajama on kunnan verkoston alkupäässä eli kyseiseltä alueelta tulevat vuotovedet kulkevat lähes kaikkien pumppaamoiden läpi. Tämä aiheuttaa kasvavaa sähkönkulutusta ja ylikuormitusta pumppaamoille. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, mitkä osat verkostosta vuotavat ja kuinka paljon vuotoa on, jotta tarkemmat ja kalliimmat tutkimukset osataan tarkentaa oikeisiin osiin verkostoa.

Tämän tutkimuksen tavoitteisiin parhaiten soveltuva menetelmä oli Vuove-Insinöörien patentoima Vuove-menetelmä. Se on tehokas tapa laajojen verkostojen vuotovesien kartoittamiseen ja soveltui tähän työhön erinomaisesti. Saatujen tietojen pohjalta pystytään jatkotutkimukset kohdistamaan eniten vuotaville alueille, mikä säästää kustannuksia.

Yksittäisten vuotokohtien tarkkaan selvittämiseen menetelmä ei sovellu, sillä kaikkien kaivojen käyttäminen mittapisteinä on sekä työlästä että kallista. Varsinais-Suomen alueella Vuove-menetelmän käyttäminen on hyvin yleistä ja muun muassa Turku sekä Kaarina käyttävät menetelmää vuotovesien etsimiseen.

Vuove-menetelmällä saatiin selville Ilmarisen alueen verkoston eri osien vuotovesimäärät ja vuotoprosentit sekä mistä verkostohaaroista vuotovedet tulevat. Lisäksi vuototutkimusraportista käy ilmi vuotoveden laatu. Saatujen tulosten perusteella laaditaan suunnitelma jatkotutkimuksista ja saneerauksesta. Ensimmäisenä korjataan akuutit ongelmat eli alueelta löytyneet puhdasvesivuodot. Vuodon aiheuttajan paikallistamiseen käytetään savutusmenetelmää. Saneerausmenetelmä valitaan tapauskohtaisesti.



Muista tutkimuksista tehdään talousarvioon sisällytettävä suunnitelma. Saneerauskustannukset muodostuvat näissäkin tapauskohtaisesti, koska laajalla alueella olevia vuotopaikkoja on hankala korjata yhtenä urakkana. Suunnitelma on järkevin laatia vuotojen suuruuden mukaan.

Tehdyt tutkimukset onnistuivat toivotulla tavalla, vaikka mittausten aikataulu viivästyi reilusti kuivan vuoden 2009 takia. Kun mittaukset saatiin tehtyä, oli Vuove-Insinööreillä niin paljon rästitöitä vuodelta 2009, että raportin valmistumiseen kului koko kesä 2010. Vastoinikäymisistä huolimatta käytettyä menetelmää voidaan käyttää jatkossa myös muiden kunnan alueiden tutkimiseen.

## LÄHTEET

Forss, A. 2005. Vesihuollon verkostojen ylläpidon perusteita. Tampere.

Karttunen, E. 2004. RIL 124–2, Vesihuolto II. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy.

Kaupunkiliiton julkaisu B 193, 1984. Vesijohtoverkon ja viemäreiden kunnon ja toimivuuden selvittäminen. Helsinki: Kaupunkien talon monistamo.

Kaupunkiliiton julkaisu C 88, 1985. Vesimäärien mittauss viemäristössä, Helsinki: Kaupunkien talon painatuskeskus.

Finnish Consulting Group (FCG), 2010. Liedon kunta. Kunnan vesihuollon kehittämissuunnitelma. Raporttiluonnos. Turku.

Liedon kunta 2009. Viitattu 14.10.2009 <http://www.lieto.fi> > Asuminen ja ympäristö.

Liedon kunta 2010. Viitattu 31.8.2010 <http://www.lieto.fi> > Tietoa Liedosta > Lieto lukuina.

Nordic Renovation Group Oy 2005. Flexoren-sujutus. Viitattu 2.4.2009 <http://www.nrgroup.fi/flexoren.htm>.

Vuove-Insinöörit Oy 2008. Vuove-menetelmä. Viitattu 24.3.2009 <http://www.vuove.fi>

Vuove-Insinöörit Oy. 2009. Tarjous 9.3.2009. Viemäriverkoston vuotovesitutkimus.

Vuove-Insinöörit Oy. 2010. Vuototutkimusraportti. Liedon kunta, luoteisosa.

Ympäristöministeriö, Suomen Kuntaliitto, Vesi- ja viemärlaitosyhdistys, 1995, Vesijohtojen ja viemäreiden saneerausmenetelmät '95, Helsinki.

Ympäristöministeriö, Suomen Kuntaliitto, Vesi- ja viemärlaitosyhdistys, 1995, Vesijohtojen ja viemäreiden saneerausmenetelmät '95, Helsinki.

TURUN SEUDUN VESI OY  
VIRTTAA-LITTOINEN SYÖTTÖVESIJOHTO

JÄTEVESI 2008  
KAARINAN JV-PUHDISTAMO

Liedon kulutus / käyttö / vrk keskilämpötila / sademäärä (mm) vuonna 2008												
pvm	Tammikuu	Ilman lämpötila	Sademäärä	Helmikuu	Ilman lämpötila	Sademäärä	Maaliskuu	Ilman lämpötila	Sademäärä	Huhtikuu	Ilman lämpötila	Sademäärä
	jv m³			jv m²								
1	2 432	0,8	0,3	2 309	1,4	17,5	2 341	0,6	1,4	2 168	6,4	
2	1 978	-1,0	0,3	6 603	2,7	6,9	2 123	0,2	2,4	2 040	6,9	
3	1 971	-3,4		4 382	-1,4	4,4	1 939	-1,4	2,1	1 813	5,6	
4	1 847	-5,5		3 161	1,5		1 853	-2,9	0	1 867	2,5	
5	1 714	-6,1		2 925	1,9	0,3	1 826	-2,1	3	1 879	3,4	0,8
6	1 642	-5,0	3,7	3 187	1,7	3,5	3 019	1,3	1,8	1 921	5,3	3,9
7	1 562	-2,9	3,4	3 674	1,2	0,9	1 841	0,8		2 009	5,4	0,5
8	1 460	-1,3	1,6	3 252	1,3		1 823	-1,2	1,5	2 632	6,1	10,0
9	1 443	-1,4	4,6	3 633	3,5	0,3	2 350	2,5	4,0	3 222	3,5	1,8
10	1 429	2,6	4,8	3 998	2,8	0,3	4 539	4,8	0,3	2 474	3,1	0,6
11	1 684	4,4	2,7	3 752	2,4		3 120	4,8		2 216	2,4	
12	4 015	3,1	4,8	3 264	0,1		2 608	3,9	3	2 063	5,1	8,3
13	3 357	2,6	1,9	2 872	1,9	0,4	2 551	1,9	4	3 238	2,9	5,3
14	3 521	2,8		2 501	-6,1		2 527	2,6	0	3 518	3,3	
15	2 608	4,3	4,8	2 205	-5,5		2 372	0,8	1	2 413	6,8	
16	2 668	3,2	7,9	1 992	1,1	0,1	2 168	0,0	0,9	2 195	7,2	
17	3 632	4,5	2,5	1 867	-0,8	0,1	2 127	0,0	2,9	2 031	7,5	
18	4 407	3,0	13,1	1 741	-2,1	0,8	2 125	0,1	1,0	1 964	6,4	
19	3 952	3,3	16,6	1 728	1,4		2 016	-0,8	0,2	1 839	5,9	
20	6 508	2,0	1,4	1 690	0,9	0,3	1 940	-3,3		1 742	5,3	
21	5 572	1,1	2,0	1 614	4,8	0,2	1 769	-5,4		1 664	5,9	
22	4 540	-1,0		1 896	3,1		1 631	-5,4	1	1 647	3,1	
23	3 971	-2,4		1 858	2,8	0,8	1 561	-4,2	1	1 674	6,0	
24	2 907	1,2	8,9	1 973	3,8	9,6	1 633	-3,2	0	1 600	5,9	
25	2 452	2,4	3,6	3 330	1,9		1 526	-0,5	1	1 609	7,3	
26	2 720	1,2		2 351	3,2	8,0	1 735	-2,9	5	1 587	9,3	
27	2 804	-1,1	0,3	3 912	0,2	3,1	1 568	-0,8	2	1 545	7,8	
28	2 096	-1,7	0,1	3 009	-0,6	0,7	1 638	1,5		1 463	9,7	
29	2 172	3,1		2 421		5,2	1 844	4,2	0	1 492	14,2	
30	2 167	0,2	14,0				1 796	4,1	1	1 564	16,0	
31	2 494	-0,4	0,7				2 292	6,7				
Yhteensä	87 725		104,0	83 100		63,4	66 201		38,4	61 089		31,2
Keskiarvo	2830	0,4		2866	1,0		2136	0,2		2036	6,2	

TURUN SEUDUN VESI OY

VIRTTAA-LITTOINEN SYÖTTÖVESIJOHTO

JÄTEVESI 2008

KAARINAN JV-PUHDISTAMO

Liedon kulutus / käyttö / vrk keskilämpötila / sademäärä (mm) vuonna 2008												
pvm	Toukokuu jv m³	Ilman lämpötila	Sademäärä	Kesäkuu jv m³	Ilman lämpötila	Sademäärä	Heinäkuu jv m³	Ilman lämpötila	Sademäärä	Elokuu jv m³	Ilman lämpötila	Sademäärä
1	1 388	14,0		1 230	16,9		1 853	16,5	0,1	1 144	21,3	0,6
2	1 414	14,8	0,2	1 231	17,0		1 603	16,0		1 110	16,2	2,9
3	1 441	14,7		1 312	17,5		1 408	16,9	1,5	1 290	14,3	2,3
4	1 459	13,1		1 334	17,3		1 442	22,0		1 265	14,3	2,0
5	1 456	10,2		1 295	18,2		1 249	17,7		1 230	13,6	0,5
6	1 498	7,3	0,1	1 276	18,9		1 214	13,5		1 220	13,1	
7	1 498	10,0		1 188	17,6		1 265	13,4		1 291	12,9	16,3
8	1 450	11,0		1 195	17,6		1 214	14,9		2 732	16,5	26,1
9	1 483	14,3		1 245	15,5	0,2	1 240	14,1	4,0	1 658	15,2	2,6
10	1 458	14,9		1 246	13,6	2,0	1 274	15,8		1 438	15,7	6,8
11	1 424	15,3	0,2	1 277	11,1	1,4	1 263	18,3	5,8	1 934	17,1	0,7
12	1 383	9,2		1 261	10,3	1,0	1 138	18,5		1 617	17,8	1,3
13	1 367	5,7		1 320	12,3	9,3	1 120	17,9		1 499	17,7	
14	1 388	6,0	1,0	1 281	13,0	14,3	1 176	17,3	0,2	1 439	17,9	0,3
15	1 338	5,3	3,0	1 590	13,8		1 099	18,5		1 311	16,9	
16	1 344	6,4		1 316	14,7	4,7	1 139	18,8		1 376	13,7	9,1
17	1 374	6,8	3,9	1 975	11,9	9,0	1 121	17,2		1 420	16,0	1,6
18	1 337	6,1		2 141	15,2		1 186	17,6	7,4	1 903	17,3	3,0
19	1 330	6,8		1 391	16,8		1 234	18,4		1 585	16,0	
20	1 327	7,9		1 130	15,6	0,7	1 092	18,3	0,1	1 515	18,0	0,4
21	1 353	8,8		952	14,8		1 208	17,8	6,2	1 384	17,3	1,2
22	1 328	12,0		1 135	16,0	1,2	1 267	16,1		1 444	15,9	
23	1 258	12,3	3,5	2 007	14,0	17,8	1 282	17,4		1 363	14,8	
24	1 322	12,1		1 608	13,9		1 204	19,0		1 307	15,5	1,2
25	1 275	12,5		1 446	13,5		1 188	21,1		1 332	15,9	
26	1 310	12,7		1 368	14,7	0,5	1 089	22,4		1 350	14,3	0,4
27	1 300	10,0		1 351	16,5		1 054	20,8		1 333	13,0	8,4
28	1 321	11,1		1 241	14,5	8,7	1 184	19,9	0,5	1 983	13,7	15,8
29	1 341	14,1		1 921	14,5	1,4	1 179	18,9		1 815	11,9	
30	1 382	16,4		1 521	15,5	1,5	1 178	18,3		1 500	11,6	0,1
31	1 314	17,1					1 163	18,7		1 433	9,1	
Yhteensä	42 661		11,9	41 784		73,7	38 326		25,8	46 221		103,6
Keskianvo	1376	10,9		1393	15,1		1236	17,8		1491	15,3	

TURUN SEUDUN VESI OY

VIRTTAA-LITTOINEN SYÖTTÖVESIJOHTO

JÄTEVESI 2008

KAARINAN JV-PUHDISTAMO

Liedon kulutus / käyttö / vrk keskilämpötila / sademäärä (mm) vuonna 2008												
pvm	Syyskuu jv m³	Ilman lämpötila	Sademäärä	Lokakuu jv m³	Ilman lämpötila	Sademäärä	Marraskuu jv m³	Ilman lämpötila	Sade-määrä	Joulukuu jv m³	Ilman lämpötila	Sademäärä
1	1 389	10,0	0,6	1 994	9,5	12,6	4 487	2,2	0,3	4 709	4,9	1,1
2	1 432	11,8	4,0	2 671	9,1	23,4	2 925	2,6		3 368	4,5	4,3
3	1 537	15,1	4,1	2 992	9,3	1,5	2 512	3,9	0,3	4 214	4,4	5,5
4	1 540	15,4	0,3	2 350	9,1	6,2	2 327	4,3	0,1	3 925	2,3	5,3
5	1 478	15,8		3 175	9,1	27,0	2 257	4,5		3 359	0,3	
6	3 102	13,7	4,2	6 991	9,9		2 108	-1,2		2 696	-0,8	
7	1 508	13,6		2 825	7,2		2 065	1,2		2 338	-1,7	
8	1 450	11,8	13,9	2 209	4,8		2 164	4,8	7,5	2 197	1,1	8,4
9	5 756	10,1	28,6	2 049	7,6	3,1	2 385	7,8	3,1	4 508	3,9	5,3
10	4 081	10,5		2 141	10,3	0,6	2 909	8,2	12,2	3 866	1,4	3,5
11	2 295	8,8		2 134	11,3	1,9	4 802	6,3	9,8	2 989	0,6	3,2
12	1 896	7,8		2 109	10,1		5 354	6,5	3,9	3 450	2,3	1,1
13	1 727	8,2		1 926	9,3	0,1	3 339	6,9	4,2	3 260	3,7	0,9
14	1 582	7,0		1 851	9,8		3 355	5,3	5,5	2 784	1,1	
15	1 492	7,6		1 786	7,3	2,0	3 892	6,3	2,8	2 460	-0,9	
16	1 452	7,1		2 786	8,9	13,4	2 949	3,4	0,1	2 294	0,0	0,4
17	1 421	7,5		3 060	7,2	1,1	2 399	0,4		2 173	0,6	2,1
18	1 391	7,7		2 335	7,0	1,4	2 605	4,8	9,7	2 298	3,9	0,4
19	1 362	8,6	0,1	2 084	8,2	0,8	4 247	1,7	11,0	2 528	4,6	7,7
20	1 337	10,3		1 959	8,1	0,1	2 772	-0,9	1,2	3 228	3,6	4,2
21	1 333	9,7		2 645	10,9	9,0	2 366	-1,7		3 285	2,4	10,8
22	1 357	11,4		3 173	9,3		2 194	-5,3		4 662	2,5	0,1
23	1 316	10,6		2 373	8,1	2,2	2 010	-3,4	7,7	3 359	-0,1	
24	1 882	9,8		2 329	10,1	7,1	1 927	-0,9	0,2	2 624	-1,7	
25	1 223	9,8		3 243	9,5	9,2	1 889	-0,1		2 036	4,7	
26	1 267	9,4		6 677	9,3	13,5	1 877	-0,2	3,3	1 945	-0,5	
27	1 328	10,3	0,8	5 011	8,8		1 941	3,8		1 924	0,3	
28	1 329	11,1	1,0	4 643	5,7	1,9	4 484	5,5	1,1	1 805	-4,4	
29	1 332	7,1		2 720	5,0	2,7	3 386	4,2	1,5	1 762	0,7	
30	1 293	6,8	4,5	3 465	4,8	13,1	4 026	3,2	6,5	1 816	-0,9	
31				6 621	6,3	6,3				1 814	-0,6	
Yhteensä	52 888	62,1		94 327		160,2	87 953		92,0	89 676		64
Keskiarvo	1763	10,1		3043	8,4		2932	2,8		2893	1,4	

**Vuove-Insinöörit Oy**  
Korvenojantie 44  
05200 RAJAMÄKI

Liedon kunta  
Liedon vesi  
PL 52  
21421 LIETO

**Ostajan yhteyshenkilö:**  
Aki Teini  
aki.teini@lieto.fi

**LASKU**

1

Laskun päiväys: 6.8.2010  
Laskun numero: 1194  
Ostajan asiakasnro: 47  
Organisaatioyksikkö: Vesilaitos

Laskun eräpäivä: 24.8.2010  
Laskun määrä: 12 644,40 €  
Saajan pankkitili: 543302-24846  
Viitenumero: 1517

Viivästyskorko: 11 %

**Myyjän yhteyshenkilö:**

Timo Tammenlarva  
050 5459972  
timo.tammenlarva@kolumbus.fi

Tuote/palvelu	Tuotetunnus	Toimitettu Toimituspvm	A-hinta	Veroton Alv	Yhteensä
Vuove-vuotovesitutkimus	1	24 kpl 21.4.2009-4.8.2010	370,00	8 880,00 23%=2 042,40	10 922,40
Lisäpistemittaus	7	4 kpl	350,00	1 400,00 23%=322,00	1 722,00

**Alv-erittely:**

Veroton määrä: 10 280,00  
Alv 23 %: 2 364,40  
Yhteensä: 12 644,40

Viitenumero: 1517		Lasku yhteensä euroa	12 644,40
Vuove-Insinöörit Oy Korvenojantie 44 05200 RAJAMÄKI		Y-tunnus 1788187-9 IBAN FI13 5433 0220 0048 46 SWIFT OKOYFIHH	



